Aus der Konservierenden Abteilung des Zahnärztlichen Instituts
der Universität Würzburg
(Vorstand: Professor Dr. J. Münch)

Beiträge zur Pulpaamputation

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Hubert Neumann

aus Glatz.

Würzburg 1939.

Buchdruckerei Richard Mayr.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Berichterstatter: Professor Dr. J. Münch.

MEINEN LIEBEN ELTERN
IN DANKBARKEIT GEWIDMET

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543516_0059

Von jeher ist man bestrebt gewesen, durch verschiedene Methoden der Wurzelbehandlung eine wirklich brauchbare Lösung des Pulpenamputationsproblems zu finden.

Verfolgen wir frühere Stellenangaben, so begegnen wir mit der Einführung des Arsens durch Spooner 1836 einer Behandlungsart, die bei Zahnpulpabehandlung wenigstens die Schmerzen auf ein erträgliches Maß herabsetzte, während vorher eine Exstirpation der Pulpa als eine schmerzhafte Operation galt. Es folgte im Jahre 1843 die Anwendung des galvanischen Stromes in Form von Glühhitze. In der Folgezeit suchte man das Pulpagewebe außer durch Arsen mittels Druck- und Infiltrationsanästhesie zu betäuben.

Die totale Extraktion der Pulpa ist in vielen Fällen recht erschwert, bisweilen unmöglich, abgesehen von der Enge mancher Wurzelkanäle oder jenen Kanälen, in denen Dentikelbildungen den Durchlaß jeglichen Instrumentariums verhindern. Hinzu kommt, daß wir bei der Pulpa ein Gebilde vor uns haben, dessen totale Entfernung in den apikalen Verzweigungen der strickleiterartigen Verbindungen eines geteilten Kanals oder unzugänglicher Kanalpartien gänzlich unmöglich ist. Die neueren Forschungsergebnisse (Preiswerk, Loos, Fischer, Adloff) der letzten zwei Jahrzehnte haben die Annahmen früherer Autoren, der Wurzelkanal sei frei von Ramifikationen am Apex, ohne jegliche Querkanäle und daher glatt durchgängig, hinreichend widerlegt. Was man früher als restlose Exstirpation der Pulpa gelten ließ, ist durch diese weitgehenden Untersuchungen über die anatomische Beschaffenheit der Wurzelkanäle heute unmöglich gemacht. Die Behandlung bei den Patienten erstreckt sich nicht allein auf Zähne mit vollkommen fertig gebildeten Wurzeln. So kommt es bei der Exstirpation jugendlicher Pulpen nach Arseneinlagen und Anästhesie, daß wir nicht bestimmt wissen,

mit welcher Tiefenwirkung der Arseneinlagen wir zu rechnen haben, wie weit wir mit den Nervextraktoren in die Kanaleingänge gehen müssen und ob wir nicht letzten Endes die Pulpa allein, sondern samt dem Wurzelbildungsorgan durch das noch sehr weite Foramen apicale entfernt haben. Letzteres hat natürlich einen Stillstand des Wurzelwachstums zur Folge, der auch noch durch eine Infektion unserer Behandlung oder durch einen chemischen Reiz eines Medikamentes eintreten kann. Ebenso muß hier noch der mechanische Reiz eines durch den Kanal hindurchragenden Guttaperchastiftes auf das periapikale Gewebe erwähnt werden.

Von all diesen Erwägungen geleitet, suchte man nach einer Behandlungsmethode und glaubt sie in der Amputation der Pulpa gefunden zu haben. Die Literatur über die Amputation der Pulpa ist sehr reichhaltig. Jeder, der ein eigenes Medikament verwandte oder eine selbständige Methode benutzt, ist überzeugt, den rechten Weg gefunden zu haben. Zunächst muß man sich über den Begriff der Bezeichnung Pulpaamputation klar werden. Reden wir in der Zahnheilkunde von einer Amputation der Pulpa, so meinen wir das bewußte Zurücklassen eines Teiles vom Nerven im Pulpakanal und die Entfernung der Kronenpulpa, während wir unter Exstirpation der Pulpa dagegen die vollkommene Extraktion des Nerven verstehen. Durch die unzulänglichen Ergebnisse vieler Methoden herrscht ein stetes Streben, neue Methoden zu schaffen. So geht der Kampf der Verfechter der Amputationsmethode gegen die der Exstirpationsmethode hin und her und zwar solange, bis sich durch Erfahrung die Frage, ob die Amputation der Pulpa die Exstirpation verdrängen soll oder umgekehrt, ob die Exstirpationsmethode die allein richtige sei, gewandelt hat. Mit der Zeit hat man in vielen Fällen in der Amputation die gegebenere Behandlungsart erkannt und eingesehen, daß die Anatomie und Pathologie der Wurzelkanäle die Grundlage der Pulpaamputation ist, was durch die bereits erwähnten Bemühungen einiger Forscher (u. a. Preiswerk, Loos, Fischer und Adloff) erreicht wurde. Hält man nun die Amputationsmethode für berechtigt, so muß man sich zunächst fragen: In welchen Fällen amputieren wir und welche Amputationsmethode wenden wir an, d. h. welche erscheint uns als geeignet, bezw. die geeignetste? Hierbei darf man sich einzig und allein nur von dem Gedanken leiten lassen,

welche Methode am meisten den Dauererfolg gewährleistet, sodaß eine Versorgung der restierenden Pulpastümpfe und somit auch die Erhaltung eines gesunden Periodontiums erzielt wird, wobei jegliche Reinfektion ausgeschlossen ist. Eng verbunden mit der Wahl der Art der Amputation ist die Frage nach der Indikation. Oft sind es anatomische Verhältnisse, die eine Exstirpation unmöglich machen. Hierfür kommen häufig mehrwurzelige Zähne in Frage; aber auch dann nur können wir in diesen Fällen zur Amputation schreiten, wenn es sich um partielle Entzündungen der Pulpa handelt. Daraus ergibt sich die Wichtigkeit einer genauen Diagnosestellung für die Indikation. So sorgfältig die Untersuchung am Patienten geschehen mag, Fehldiagnosen können doch nie verhindert werden. Greth zieht in seinem Buch: „Diagnostik der Pulpaerkrankungen" Vergleiche zwischen klinischer und histologischer Diagnose und findet bei 89 Zähnen mit der klinischen Diagnose Pulpitis acuta partialis serosa nur in 22,5% der Fälle eine Übereinstimmung der histologisch-anatomischen Diagnose mit der klinischen. Bei 16% waren die histologischen Veränderungen geringer, als durch klinische Diagnose festzustellen war. In 62,9% aber aller behandelten Zähne hatte die Pulpitisform schon die Grenze einer Pulpitis acuta partialis serosa überschritten. Weit schlechtere Resultate zeitigte die Diagnosestellung bei Pulpitis acuta totalis serosa, bei der sich nur 6,3% von 63 untersuchten Zähnen mit dem histologischen Bild deckten. Greth hat durch seine Arbeit eine große Variationsbreite jeder einzelnen Pulpitisform festgestellt, so daß kaum eine einwandfreie Diagnose gestellt werden kann. Die Garantie für eine erfolgreiche Therapie der Pulpaerkrankungen ist nach Greth: „Die Sicherstellung der klinischen Diagnose".

Trotzdem die Pulpaamputation seit Witzel, der der Methode den Namen gab, einen bedeutungsvollen Begriffswechsel erfahren hat, ist die Indikationsstellung im großen und ganzen die gleiche geblieben. Er amputiert an partiell entzündeten Molaren und Prämolaren. Witzel verstand zunächst unter Amputation irrtümlich die Abtragung des erkrankten Teiles der Pulpa und die Lebenderhaltung des Pulpenrestes nach As-Einlage, wobei er aber übersah, daß der Pulpenrest nachträglich doch abstarb. Dennoch muß betont werden, daß die 1874 von Witzel herausgegebene Arbeit: „Die anti-

septische Behandlung der Pulpakrankheiten des Zahnes" richtungsweisend für die Wurzel- und Pulpabehandlung war. Zwar ist seine grundlegend neue Methode der Pulpaamputation von sehr vielen Autoren geändert worden, aber es gibt wenige, die nicht ihre Ideen auf der Methode Witzel's aufbauen. Seine Ansicht legt er wie folgt fest: „Unter Pulpaamputation versteht man diejenige Operation an Mahlzähnen, bei welchen die tags zuvor mit Arsenpaste kauterisierte Pulpakrone mit scharfen runden oder ovalen Bohrern aus der weit eröffneten Pulpakammer entfernt wird und die in den Wurzelkanälen zurückgelassenen Pulpawurzeln antiseptisch überkappt werden." Er geht von dem Gesichtspunkt aus, das Operationsfeld aus dem unübersichtlichen Wurzelkanal in die leicht übersehbare Pulpenkammer zu verlegen, um dadurch jegliches mechanische, chemische oder infektiöse Trauma in der Regio apicalis zu vermeiden und so durch ein gesundes Paradentium die Lebensdauer und Funktionstüchtigkeit des Zahnes zu erreichen. Er ist durch seine Versuche schon damals zur Feststellung gekommen, daß alle Autoren, die behaupten, an den buccalen Wurzeln der oberen und mesialen Wurzeln der unteren Molaren totale Exstirpationen ausführen zu können, letzten Endes doch eine Amputation vornehmen, da die Pulpa selbst mit den feinsten Hilfsmitteln nicht restlos entfernt werden kann. Witzel beabsichtigt von Anfang an nur die Amputation der Kronenpulpa, ohne erst durch Eindringen mit Instrumenten Verletzungen der Pulpa und der Wurzelhaut zu setzen. Seine erste Ansicht, die Wurzelpulpen trotz As-Einlage nach Entfernung der Kronenpulpa doch noch lebend zu erhalten, gab er später auf und hat durch ein neueres Verfahren — die Sondenuntersuchung — weitere aufschlußreiche Arbeit geliefert. Bei dieser Sondierung pumpte er eine Chlorzinklösung mit ätherischen Ölen vermengt in die Wurzelkanäle, in der Absicht, die Restpulpa zu mumifizieren. Witzel glaubte seine Annahme, die überkappten Wurzelpulpen blieben am Leben, durch die Sondenuntersuchung bestätigt, da diese beim Eröffnen der Pulpakammer schmerzhaft verlief. Seine frühere Ansicht, die lebende Pulpa bilde Dentin, um der Verkalkung zu verfallen, änderte er dahin ab, daß sich die Pulpen durch das Sublimat und Thymol in einen antiseptischen Faden umwandeln. Das Verfahren Witzels war viele Jahre hindurch tonangebend auf dem Gebiet der Pulpa-

amputation. Bei seinen vielen Amputationsversuchen stieß er in den bis zum Jahr 1886 durchgeführten Fällen nur auf 3% Mißerfolge. Er faßte seine Arbeit auf diesem Gebiet nicht als eine „Verlegenheitslösung" auf, sondern als eine wissenschaftliche Behandlungsmethode partiell entzündeter Zähne. Seine folgerichtigen Arbeitsergebnisse sind später durch histologische und röntgenologische Untersuchungen bestätigt worden. Trotz dieser günstigen Erfolge konnte sich die Pulpaamputation zunächst nicht recht durchsetzen. In der Folgezeit beschäftigten sich aber immer mehr Praktiker mit diesem Problem.

Baume brachte 1888 eine Imprägnierung der Pulpastümpfe mit Borax, da er durch die antibakterielle Wirkung des Borax eine Infektion der Restpulpa vermeiden wollte. Vorerst nahm er zu seiner Imprägnierungsmethode Alaun und Borax, doch ließ er das Alaun bald fortfallen, da es eine zu starke Reizung des Paradentiums hervorrief. Sein Verfahren setzte sich nicht durch, weil das Borax Wasser in den Pulpenkanälen anzog, was oft Gangrän zur Folge hatte.

Ein neues Verfahren, erkrankte Pulpen zu behandeln, veröffentlichte Herbst 1887. Er wandte wohl als erster die aseptische Behandlung an. Zur Devitalisation nahm er Scherbenkobalt und verschloß nach der Amputation die Wurzelpulpen durch chemisch indifferente Mittel, wie Gold und Zinn. Herbst sagte: „Der Verschluß habe den Zweck, die Nervenreste gleich wie Früchte in einer Konservenbüchse in den Kanal einzuschließen".

Miller gab 1893 eine Arbeit heraus, in der er bei der Pulpaamputation ein stark antiseptisches Mittel angewandt haben wollte, das außerdem gut löslich die Pulpa zu durchdringen und daselbst zu bleiben vermag. Ebenso sollte durch dieses Mittel jegliche chemische Verbindung mit dem Pulpengewebe verhindert werden und keine Schädigung des periapikalen Gewebes eintreten. Er nahm an Stelle von Witzel's Chlorzinklösung Sublimat und hoffte dadurch eine Koagulation des Pulpagewebes zu erreichen. Diese Methode hat sich jedoch als unzweckmäßig erwiesen, da oft eine Verfärbung des Zahnes und eine Schädigung am Paradentium sich zeigten.

Als Hauptvertreter der Schweizer Schule war es Gysi, der 1898 auf Grund experimenteller Forschungen die Arbeit „Einiges über

Mumifikationsmittel" herausgab. Bei seiner Methode spielt die Triopaste eine Hauptrolle. Ihre Bestandteile sind:

Trikresol	10 ccm
Kreolin	20 ccm
Glycerin	4 ccm
Trioxymethylen	20 g
Zinkoxyd	60 g

In diesem Trikresolformalin-Präparat glaubt er durch seine langen Untersuchungen ein Dauerantiseptikum gefunden zu haben, an das er die für eine erfolgreiche Amputation gestellten Forderungen stellen kann. Nach seiner Ansicht soll ein Mumifikationsmittel folgendermaßen beschaffen sein: „es muß gut diffundieren, darf keinen Reiz auf das periapikale Gewebe ausüben, kein Verfärben des Zahnes hervorrufen, die Pulpa nicht zum Schrumpfen bringen und schließlich sich nicht in seine Bestandteile wieder zersetzen". Gysi hat in der Triopaste ein Mumifikationsmittel herausgegeben, das eine Kombination eines schwer diffundierbaren, aber dauernd wirkenden Antiseptikums und eines leicht diffundierbaren, das die Pulpa schnell durchdringt, darstellt. Seine Methode, die die Schweizer Schule darstellt, hat sehr viele Anhänger gefunden und ist späterhin noch weiter ausgebaut worden.

Auf Grund seiner streng wissenschaftlichen Untersuchungen über die Anatomie der Wurzelkanäle brachte Preiswerk im Jahre 1901 die Pulpenamputation auf eine ganz neue wissenschaftliche Basis. Bei seinen Korrosionspräparaten vernichtete er zunächst die Pulpengewebe durch Mazeration und preßte anschließend Wood-Metall in die Kanäle. In den meisten Fällen dieser Präparate traten unzählige Verästelungen zutage, die durch Anastomosen miteinander verbunden sind. Durch diese Präparate ist zum „ersten Male der sichtbare Beweis erbracht, daß es unmöglich ist, die Wurzelpulpen restlos zu exstirpieren oder gar die Kanäle auszufüllen". Preiswerk tritt offen für die Amputation ein, jedoch lehnt er die Mumifizierung der Pulpastümpfe mit den bisher angegebenen Mitteln zunächst ab. Preiswerk erstrebt, ebenso wie Witzel, die Vitalerhaltung der Pulpa. Er wendet eine antiseptische Paste, bestehend aus Borax und Eugenol, an. Die in Zinnfolie gewickelte Paste bringt

er unter Druck auf die Wurzelstümpfe in der Absicht, die Pulpastümpfe zu verflüssigen, damit sie resorbiert werden. Seine Methode fand viele Anhänger, da sie verhältnismäßig einfach war.

1903 gibt Walkhoff eine Paste bekannt, die aus flüssigem Chlorphenol, das mit Jodoform verrührt wird, besteht. Durch die gute Diffusionskraft des Chlorphenols, verbunden mit den desinfizierenden Joddämpfen des Jodoforms glaubt er eine Dauersterilisation zu erzielen, doch macht Walkhoff auch den Erfolg der Amputation von der Asepsis und einwandfreien Diagnose abhängig. Im Laufe weiterer Untersuchungen gibt er der Paste später noch Thymol und Zinkoxyd bei.

Fischer tritt 1908 wieder für die Amputation mit „halber Sondierung" ein. Als Amputationspaste benutzt er Trikresol-Formalin mit Glyzerin, Zinkoxyd und Acid. boric. Er bestätigte durch Nachuntersuchungen über die Anatomie der Wurzelkanäle an Hand von 600 Zähnen die Ergebnisse Preiswerks.

Im Jahre 1910 veröffentlicht Bönnecken, nachdem er bereits 1893 Versuche über die Pulpenamputation ausführte, eine Arbeit und tritt hierin offen für die „vielgeschmähte Amputation von Witzel ein und sieht in der Pulpaamputation eine Operationsmethode, die er nach seinen ausgedehnten klinischen Erfahrungen als eine der größten Errungenschaften der zahnärztlichen Therapie und eine der größten Wohltaten für die zahnleidende Menschheit bezeichnet". Das Anwendungsgebiet grenzt er so ab, daß er die Pulpaamputation bei allen septischen und eitrigen Prozessen ausschließt, dagegen bei Pulpitis acuta und chronica für indiziert hält. Bönnecken ist der Ansicht, daß nach Entfernung der Kronenpulpa eine Vitalerhaltung und Ausheilung der restlichen Wurzelpulpa nicht eintreten könne, da eine Verschorfung der gesetzten Wundfläche nur unter Epithelialisierung erzielt werden kann, was durch das Fehlen der Epithelzellen im Zahnmark verhindert wird. Besonderen Wert legt er auf die Verwendung einer 40%igen Formalinlösung. Durch das Formalin koaguliert das Albumin der Zellen, das Gewebe wird in einen starren Faden verwandelt und somit den Fäulniserregern der Nährboden entzogen. Als Zusatz fügt er seiner angegebenen Paste Thymol bei, um eine antiseptische Wirkung zu gewährleisten. Amputationstechnik nach Bönnecken: Die Pulpa wird mit arseniger Säure

devitalisiert, die Kronenpulpa vollkommen entfernt, sodaß man die Wurzelpulpen gut sehen kann. Nach dem Reinigen mit dem Warmwasserstrahl präpariert er die Kavität und legt anschließend Cofferdam. Es folgt ein 2—3 Minuten langes Bad mit 40%igem Formalin für die Pulpenkammer. Anschließend füllt er das ganze Pulpenkavum mit seiner Formalthymolpaste aus". Seine Ausführungen werden später von Dependorf weitgehend bestätigt. Dieser warf bei seinen Untersuchungen 1912 die Fragen auf:

1. Wie verhält sich das abgestorbene mumifizierte Gewebe zum angrenzenden gesunden?

2. Was wird aus dem mumifizierten Pulpenstumpf pathologisch-anatomisch?

3. Gewährleistet die Imprägnierung oder Mumifikation eine sichere und dauernde Sterilität?

Schweizer Autoren haben diese wichtigen Fragen eingehenden Untersuchungen zugrunde gelegt.

Siegfried Meyer führte 1919 unter Leitung von Hess Versuche an Kaninchenzähnen durch und kam zur Feststellung, daß die mit Triopaste amputierte Pulpa vom Foramen apicale her resorbiert wird und zugleich eine Zementanlagerung an das Dentin der Wurzelkanalwand durch eingewachsenes Bindegewebe vom Foramen her erfolgt. Seine tierexperimentellen Arbeiten hat O. Müller durch Untersuchungsergebnisse an menschlichen Zähnen bestätigen können. Müller verstand zunächst unter Amputation der Pulpa „die Wegnahme des Kronenteils einer von uns devitalisierten Pulpa unter Belassung der Wurzelpulpa und Versorgung der restierenden Teile so, daß das Periodontium seine normale Tätigkeit weiter ausüben kann". Müller nimmt also Zähne, deren Kronenpulpen amputiert werden sollen, und zwar entfernt er vor Eröffnen des Pulpenkavums nach erfolgter Devitalisation sämtliche kariösen Stellen und scharfen Ränder. Die Amputationsbasis legt er unter den Gingivalrand, eine Maßnahme, die auch schon bereits von Witzel angegeben wurde. Die Pulpenkammer wird mit Wasserstoff und Alkohol gereinigt. Eine Sondierung der Kanäle lehnt er ab. Auf die amputierten Wurzelpulpen läßt er einen Phenol-Wattebausch, der von einem Wasserstoff getränkten bedeckt ist, einige Minuten einwirken. Müller verwendet die Triopaste mit Zinkoxyd und Asbestwatte vermengt.

Die Paste schließt er mit rasch härtendem Zement ab, worauf die definitive Füllung folgt. Makroskopisch treten keine besonderen Veränderungen auf; die Pulpenstränge füllen die Kanäle gut aus. „Die mikroskopische Untersuchung zeigt uns einwandfrei, daß an Stelle von hoch differenziertem Pulpengewebe ein mehr dem Periodontium ähnliches Gebilde getreten ist. Die ursprüngliche Pulpa hat also eine histologische Umwandlung erfahren. In der Hauptsache ist der Vorgang derart, daß vom Periodontium aus Granulationsgewebe eindringt und das Pulpagewebe durchsetzt. Hierauf erfolgt Hartsubstanzablagerung von der Form des sekundären Zementes. Dieses sekundäre Zement, das sich vornehmlich am Foramen apicale bildet, kann letzteres vollständig verschließen, was wohl als beste Wurzelfüllung und als idealer Ausgang anzusehen ist."

Ebenso hat Hess durch seine Arbeit „Die Pulpaamputation als selbständige Wurzelbehandlungsmethode" wichtige histologische Resultate erbracht. Er ist der Ansicht, der Hauptwert der Amputation liege in der Erhaltung eines gesunden Periodontiums, von dem die Funktionstüchtigkeit des amputierten Zahnes abhängt. Als Hauptaufgabe seiner Untersuchungen, die er mit seinen Assistenten Lutz und Stitzel 1922 gemeinsam durchführte, stellte er sich:

„1. Chemischer Nachweis von Formaldehyd in der Mumifikationspaste.

2. Bakteriologische Nachprüfung der mumifizierten Wurzelpulpen.

3. Histologische Untersuchungen der amputierten Zähne in Bezug auf das regelmäßige Auftreten von innerer Zementbildung im Wurzelkanal und Abschluß des Foramen apicale."

Hess erbrachte durch seine chemischen Untersuchungen den Nachweis, daß das Formaldehyd nach 6jähriger Mumifikationsdauer noch in der Pulpa vorhanden war. Den Formaldehydnachweis führte er durch die Morphiumschwefelsäureprobe aus und erhielt dadurch eine ganz intensive Farbenreaktion. Bei der histologischen Untersuchung fand er an 13 Zähnen mit einer Mumifikationsdauer von 1 bis 6 Jahren eine starke „innere Zementbildung". Das aus dem periapikalen Bindegewebe stammende Granulationsgewebe baut die mumifizierte Pulpa ab. Aus den eingewanderten Bindegewebszellen

wird sekundäres Zement gebildet, das sich auf das zum Teil resorbierte Dentin lagert. Durch diese Zementablagerung kann es zu vollständigem Abschluß des Wurzelkanals gegen das Paradentium zu kommen.

Kronfeld, ebenfalls ein Verfechter der Amputation, tritt 1922 für seine Methode ein, die er 25 Jahre lang schon erprobt hat. Sein Trikresol-Formalin-Präparat, setzt sich wie folgt zusammen:

Trikresol	2,0
Formalin	1,0
Eugenol	1,0
Zink oxyd.	1,0

Zur Abtötung schlägt er Arsen vor und arbeitet stets unter Cofferdam. Bei seinen Arbeiten geht er von dem Gesichtspunkt aus, das Operationsfeld an eine gut übersichtliche Stelle zu legen und weist besonders auf die Infektionsgefahr hin, die durch das Einführen von Instrumentarium in die Kanäle eintritt. Als Gründe zur Amputation führt Kronfeld an:

1. Die Anatomie der Wurzelkanäle, da die Exstirpation in vielen Fällen nach den Untersuchungen von Preiswerk, Fischer, Hess usw. nicht möglich ist.

2. Gründe der Prophylaxe, da bei der Amputation das periapikale Gewebe nicht gefährdet wird und ein Abbrechen von Instrumenten vermieden wird.

3. Das Verlegen des Operationsfeldes in die übersichtliche Pulpenkammer.

4. Kosmetische Gründe, da amputierte Frontzähne sich nicht verfärben.

5. Das Vermeiden der schmerzhaften Exstirpation durch die Amputation.

6. Biologische Gründe, da die Pulpa als die sicherste Wurzelfüllung gilt.

7. Nicht voll entwickelte Wurzeln bei Kindern, da im Falle einer Pulpenexstirpation das periapicale Gewebe leicht verletzt wird.

8. Ökonomische und soziale Gründe, da die Pulpaamputation dem Zahnarzt und Patienten Zeit und Mühe, den Krankenkassen viele Mittel ersparen."

Wirz unterscheidet bei seiner Methode ein „Frühstadium" (bis zu 1½ Jahren) und ein „Spätstadium", das sich bis zu zwei Jahren ausdehnen kann. Seine histologischen Untersuchungen zeigten, daß junges periodontales Bindegewebe in das Foramen einwandert und Resorbierung des Hartgewebes eintritt (Frühstadium). Im „Spätstadium" sieht man deutlich innere Zementbildung und häufig einen vollständigen Verschluß des Foramens. Sein Arbeitsgang weicht von dem anderer Autoren ab, da Wirz eine zweimalige Kobalteinlage angibt.

O. Hübner veröffentlicht 1928 seine Versuche mit der Triopaste an Javaaffen. An 16 Zähnen devitalisierte er die Pulpen mit Scherbenkobalt und bedeckte nach Entfernen der Kronenpulpa die Stümpfe mit Gysis Triopaste. Seine histologischen Untersuchungen zeigen nach einer Mumifikationsdauer von 14 Monaten 19 Tagen sekundäre Zementbildung am Foramen und im Wurzelkanal ohne stärkere vorausgegangene Resorption. Eine umfangreiche Statistik veröffentlicht H. Fisch 1933 in seiner Arbeit „Spätresultate der Pulpaamputation". Ihm standen 600 mit Triopaste behandelte Zähne mit einer Mumifikationsdauer von ½ bis 18 Jahren zur Verfügung. Bei der Zusammenstellung ergab sich folgende Statistik: Gesamtzahl der röntgenologisch untersuchten Zähne: 600.

Davon sind verändert	54	oder	9%
Zähne mit Mumifikationsdauer von 10 Jahren	34		
davon sind verändert	4	„	11,7%
..... von 8—10 Jahren	39		
davon verändert	3	„	7,7%
..... von 6—8 Jahren	106		
davon verändert	6	„	5,7%
..... von 4—6 Jahren	171		
davon verändert	16	„	9,4%
..... von 2—4 Jahren	202		
davon verändert	20	„	9,9%
..... von ½—2 Jahren	43		
davon verändert	5	„	11,6%

Die Mumifikationsdauer hat keinen Einfluß. Fisch führt die Mißerfolge hauptsächlich auf falsche Indikation, technische Fehler und Disposition des Patienten zurück. Er konnte an 11 mit Triopaste behandelten Zähnen mit einer Mumifikationszeit von 3—12 Jahren die Untersuchungen von Meyer und Lutz bestätigen und fand eine vom eingewanderten paradentalen Bindegewebe ausgehende starke Hartsubstanzbildung, die zum Verschluß der Foramina apicalia führte. Bei jugendlichen Individuen trat der Verschluß eher ein. Durch seine Tabelle ist erwiesen, daß durch diese Behandlungsart beachtliche Erfolge erreicht wurden, die mit der Exstirpationsmethode nie erzielt worden wären. Überhaupt fallen die meisten Vergleichsstatistiken zwischen Exstirpation und Amputation zu Gunsten der Amputation aus.

Die Gebrüder Flohr verwenden nach Amputation der Kronenpulpa die Diathermienadel zum Koagulieren der Wurzelpulpen und bedecken diese anschließend mit einem Dauerantiseptikum.

Einige Autoren glauben in den Amputationspasten örtlich schwer anwendbare Mittel zu sehen und verweisen in diesem Zusammenhang auf die Morpapräparate. Wegemann bedient sich der sogen. Morpaamputationskugeln „Morpa 4". Morpa 4 besteht aus:

Thymol	4%
Chlorphenol	10%
p-Formaldehyd	10%
Eucupinum basicum und Bihydrochloricum	2%

Vor der Applikation wird zur Mumifikation der Pulpastümpte „Morpa 8" für einige Tage eingelegt. Es folgt in der nächsten Sitzung ein Kügelchen „Morpa 4", das bei Körpertemperatur plastisch wird und so leicht mit einem Kugelinstrument an die Wände gedrückt werden kann. „Morpa 8" enthält Chlorphenol, Thymol, Morgenroth'sche Chininderivate, Menthol und Novokain. Über gute Erfolge mit der Morpa-Methode schreibt Praeger. Außerdem hebt dieser noch den bequemen Arbeitsgang hervor.

Die Anwendung von Arsen lehnt Bauermeister ab und sieht in seinem „Pulpinal" ein Mittel, das nach Devitalisation durch Kobalt die in der Restpulpa noch vorhandenen nekrotischen Teile vernichtet

und die vitalen Pulpastümpfe „durch die in dem Präparat enthaltenen ätherischen Öle in ein blutführendes bindegewebeartiges Gewebe umwandelt". Weber, der zur Amputation „Pulpinal" verwendet, findet als Untersuchungsergebnis neben „Ablagerung sekundären Zementes durch periodontales Granulationsgewebe dystrophische Verkalkung des bindegewebigen Pulpenanteils und außerdem autolytischen Zerfall eines Teiles des Kanalinhaltes, der ebenfalls zur Verkalkung führt".

Heinemann nimmt weder Arsen noch Kobalt. Seine ganze Amputationsmethode beruht letzten Endes allein auf seinem Devitalisationsmittel, Paraformaldehyd, das keine proteolytische Zersetzung des Pulpengewebes zuläßt und somit den Bakterien den Nährboden entzieht.

Die histologischen Ergebnisse von Notter zeigen nach Anwendung des Sina-Präparates und einer Amputationsdauer von drei Wochen bis zu sechs Monaten in der Pulpenkammergegend nekrotisches, in der Nähe des Foramen noch lebendes Gewebe, das bei längerer Amputationsdauer zur Resorption der Kanalwand und sekundärer innerer Zementablagerung führte.

In den letzten Jahren hat sich in der Auffassung der Amputationsmethode eine große Wandlung vollzogen. Man strebte nach einer Behandlung auf biologischer Grundlage, da man der Vitalität und dem Heilungsvermögen der Pulpa weit mehr als früher zutraute. Den von Peckert und Rebel aufgestellten Satz: „Die entzündete Pulpa ist ein verlorenes Organ" ließ man fallen. Durch die neue Behandlungsart sollte die Pulpa zur aktiven Mitarbeit herangezogen werden im Gegensatz zu den Vertretern der „nekrotisierend-antiseptischen Methode", die nach Abätzen der Pulpa eine Mumifikation oder Verlederung des Restpulpenstumpfes erreichen wollten. Über die endgültige Benennung der neuen, auf biologischer Grundlage sich aufbauenden Methode herrschen ziemliche Meinungsverschiedenheiten. Einige nennen sie „biologisch-aseptische Methode", andere „biologische Wurzelfüllung". Scherer tritt für die „Vitalkonservierung" ein, andere bezeichnen sie als „Vitalamputation".

Im Jahre 1922 ist Davis, nachdem Fischer bereits 1912 Untersuchungen angestellt hatte, die Wurzelpulpen nach Amputation der Kronenpulpa unter Lokalanästhesie am Leben zu erhalten, für diese Behandlungsart eingetreten. Fischer hatte bei seinen Arbeiten jedoch zu viel Mißerfolge und kam daher schnell wieder davon ab. Davis begründet seine Forderung, unter Lokalanästhesie zu arbeiten, mit der schädlichen Wirkung der arsenigen Säure. Er amputiert das erkrankte Pulpengewebe unter strengster Asepsis der Instrumente und des Operationsfeldes und unterscheidet eine „hohe" bezw. „tiefe" Amputation, je nach dem Zustand der Pulpa, ob er am Kanaleingang oder im apicalen Teil des Wurzelkanales amputieren muß. Durch Bedecken der Wunde mit einer Pasta mit Pariser Gips, Zink. sulf. Phenol und Eugenol hofft er, daß die lebende Restpulpa „osteoides" Gewebe bildet. Seine Angaben bewies er durch histologische Untersuchungen, die er in zwei Gruppen teilt. Die erste Gruppe zeigt zentral im Wurzelkanal lebendes Pulpengewebe; ferner ist die Bildung von „osteoidem Gewebe" zu bemerken, das sich durch den ganzen Kanal hindurch erstreckt und zwar, an der Pulpawunde den ganzen Kanal ausfüllend, verläuft es nach dem apicalen Ende zu, indem es sich in zirkulären Lamellen auf das Dentin auflagert. Die Ergebnisse der zweiten Gruppe zeigen den ganzen Kanal mit „osteoidem Gewebe" ausgefüllt. Bei der nekrotisierenden Pulpaamputation wurde nachgewiesen, daß der Kanal durch Zementbildung des einwachsenden periodontalen Gewebes obliteriert wurde, während Davis der Ansicht ist, daß sich die Pulpa in Bindegewebe umwandelt und dann osteoides Gewebe bildet. Schweizer prüfte die Angaben von Davis. Nach 16 Monaten war bereits periodentales Bindegewebe in den Wurzelkanal eingewuchert und eine Zementanlagerung an das Dentin zu beobachten.

Neuwirth wollte mit seinen Versuchen 1928 zeigen, daß es möglich sei, Pulpen, nur mit sterilem Dentinpulver bedeckt, am Leben zu erhalten, und kam zur Feststellung, „daß die Pulpa unter dem Einfluß biologischer Irritation durch gleichwertiges Plantat zur Produktion von Dentin angeregt wird, das den Wurzelkanal oberhalb der Pulpawunde abschließen kann". Ebenso vertrat er die Ansicht, daß Dentinsplitter noch nicht durchgebrochene Zähne ganz zum Durchbruch bringen können und an den noch nicht vollendeten

Wurzeln eine Dentinanlagerung festzustellen sei, eine Tatsache, die M ü n c h bei seinen Versuchen auch feststellen konnte.

H e r m a n n tritt 1930 in seiner Arbeit über „Dentinobliteration der Wurzelkanäle nach Behandlung mit Calcium" dafür ein, daß er durch Applikation von Kalksalzen eine gleichmäßigere Auskleidung der Kanäle durch sekundär gebildete Hartsubstanzen erreicht habe. Sein aus Calciumsalzen bestehendes Präparat — Calxyl — wirkt stark desinfizierend, soll aber ohne jegliche Gewebsschädigung den Odontoblasten ein Anreiz zur Dentinbildung sein. An histologischen Präparaten fand in einigen Fällen völlige Obliteration des Wurzelkanals durch Ersatzdentin statt.

H e l l n e r vertritt die Ansicht, daß bisher die reparativen Fähigkeiten der Pulpa unterschätzt worden sind und daß es sehr oft noch möglich ist, die Restpulpa bei strengster Asepsis zu retten. Der Grund der Anschauung, daß das Heilungs- und Regenerationsvermögen der Pulpa sehr gering sei, käme eben nur daher, weil bei diesen chirurgischen Eingriffen die Asepsis nicht genügend gewahrt werde und zu starke Antiseptika Anwendung finden, die außer der zu häufig eintretenden Nekrose noch einen ständigen Reiz auf das periapikale Gewebe ausüben. Bei seinen Arbeiten kommt er zu dem Ergebnis, daß nach erfolgter Amputation des koronalen Teiles die restliche Pulpa ausheilen kann. An amputierten Zähnen, deren Pulpen er mit antiseptischer Paste bedeckte, fand er, daß zufällig in das Gewebe eingedrungene Dentinsplitter nicht resorbiert wurden, sondern daß sich um diese eingeheilten Dentinsplitter herum Hartgewebe bildete. Diese zufällige Feststellung veranlaßte H e l l n e r, Versuche mit Dentinbohrspänen anzustellen. Sein Arbeitsgang war folgender: Zunächst werden alle kariösen Stellen entfernt; dann erfolgt Anlage von Cofferdam. Nach dem Jodieren des Zahnes und Cofferdams folgt Freilegen der Pulpa mit sterilem Bohrer. Die Ausräumung des Cavums geschieht durch Bohrer oder Excavatoren. Mit feinen Rosenbohrern oder sogen. Pulpabohrern wird die Amputationswunde etwas unter die Kanaleingänge gelegt. Eventuelle Blutungen werden durch Perhydrol gestillt, gegebenenfalls können auch in warme Kochsalzlösung getauchte Tampons verwendet werden. Um nun einen biologischen Verschluß der Kanäle zu erhalten, implantierte er feinste sterilisierte Dentinspäne, die er durch Abfräsen vom gesunden Dentin erhalten

hat, um durch das Dentin die Pulpastümpfe zur schnellen Wundheilung und Bildung von Hartgewebe zu veranlassen. Auf die Dentinspäne brachte er Zinkoxyd-Chlorid-Zement, Adhäsionszement und die Deckfüllung. An den mikroskopischen Serienschnitten findet Hellner von der Narbe aus eine Verkalkungszone und verschiedenartig gestaltetes Hartgewebe ausgehen. Sein Untersuchungserfolg war besonders günstig an Zähnen mit noch nicht ganz abgeschlossener Wurzelbildung. Den Ossifikationsprozeß denkt Hellner eingeleitet durch die hervorgerufene Kalkausfällung des Dentinimplantates. Um die Dentinspäne bilden sich Zonen passiver Verkalkung, worauf eine Umwandlung von Pulpazellen zu Odontoblasten eintritt. Hierdurch kommt eine Dentinbildung zustande. Die Odontoblasten der Pulpa bleiben bestehen. Am Ende seiner Ausführungen kommt Hellner zur Feststellung, daß die unter Lokalanästhesie erfolgte koronale Amputation vom rein operationstechnischen Standpunkt aus eine befriedigende Lösung darstellt. Bei allen Eingriffen werden die Maßnahmen der chirurgischen Operation genauestens befolgt.

Feldmann tritt für die biologische Methode stark ein und erklärt: „Die ganze antiseptische Methode tauge nichts". Er lehnt jegliches Medikament ab. Die Pulpenstümpfe bedeckt er nach Amputation der Kronenpulpa mit Jodoformzementpaste. Er hat auf diese Art 2000 Fälle amputiert und stets gute Resultate erzielt. Im Laufe seiner Arbeiten kam er zur gleichen Feststellung wie Hellner. Beim Auswaschen der Pulpahöhle blieben einige Dentinsplitter darin, die sich nach seinen Beobachtungen zu einer Dentinsplitterbarriere gestalteten, von einer Schicht osteoidem Gewebe umgeben. Er führte hierauf verschiedene Untersuchungen durch. In einer Versuchsreihe bedeckte er amputierte Pulpen mit Dentinsplittern und schloß die Splitter mit einer Füllung aus Phosphatzement ab, dem 3%iges Formalin beigegeben war. Hierbei hat Feldmann aber doch noch ein Medikament verwertet, das bestimmt schädigend auf lebendes Gewebe wirkt. An seinen Präparaten sah er Hartgewebe im koronalen Teil des Wurzelkanales, in dem Dentinsplitter eingeschlossen waren, während osteoides Gewebe, das durch Metaplasie des Pulpengewebes hervorgegangen war, den restlichen Kanal ausfüllte. Bei der zweiten Versuchsreihe nimmt er an Stelle des Formalins Phenol, das

aber die regenerativen und metaplastischen Erfolge der ersten Methode stark beeinträchtigte. Diese Versuche unternahm Feldmann an gesunden Zähnen. Um aber die Wirkung der Implantation auch an pulpitischen Zähnen zu zeigen, ließ er zunächst die freigelegten Pulpen ungefähr 10 Tage offen. Der Arbeitsgang ist der gleiche. Zum Schluß folgt Formalin-Phosphat-Zement-Abschluß. Auch in diesen Fällen zeigt sich eine Obliterierung des Kanales. Es bildet sich Hartgewebe, dessen Menge sich nach den implantierten Dentinsplittern richtet und natürlich auch nach der regenerativen Fähigkeit der Pulpa selbst. Mögen die einzelnen Arten, die die Verfechter dieser „Dentinsplittermethode" angeben, auch kleine Abweichungen aufweisen, so sind sie sich aber alle darin einig, daß bei der Pulpaamputation nur die Lokalanästhesie in Frage kommt, da durch diffundierbare und nekrotisierende Devitalisationsmittel die Pulpa ganz vernichtet oder durch die Tiefenwirkung dieser Mittel das periapikale Gewebe noch in Mitleidenschaft gezogen wird. Neuwirth, Hellner und Feldmann kamen sicher völlig unabhängig von einander auf Grund ihrer langjährigen Versuche zur Dentinimplantation.

Euler sieht in seiner Arbeit „Zur Biologie der Pulpa unter dem Gesichtspunkte der Pulpaamputation" als ideale Lösung „eine Wurzelpulpa als Amputationsstumpf zurückzulassen, die an der Amputationsfläche eine möglichst undurchlässige Hartsubstanz bildet, unter der die Pulpa weiterleben soll". Euler bejaht in den besonderen biologischen Verhältnissen der Pulpa trotz Fehlens eines kollateralen Kreislaufes und geordneten Lymphsystems unbedingt die Möglichkeit einer Lebenderhaltung der Pulpa und somit eines physiologischen Abschlusses.

Rebel, der früher den Grundsatz vertrat, die erkrankte Pulpa sei als ein verlorenes Organ anzusehen, gab diesen Standpunkt auf. Bei seinen Amputationsversuchen zieht er die Lokalanästhesie den anderen Devitalisationsmitteln vor, wie z. B. Arsen. Die Tierversuche zeigten ihm, daß die Pulpen unter Paraformpaste ihren typischen Charakter verlieren. An die Stelle der Odontoblasten treten großzellige Elemente. Die nach Amputation unter Lokalanästhesie zurückbleibenden Restpulpen weisen viel Hartsubstanzgewebe auf. Als Endergebnis führt er an: „1. Eine gesunde amputierte Wur-

zelpulpa kann am Leben bleiben, sie wird keineswegs zwangsläufig nekrotisch. 2. Sie verliert zumindest im Bereich der oberen Kanalhälfte lediglich ihren Charakter als Zahnbildner, hier gehen die Odontoblasten zugrunde. 3. In dem apikalen Teil der amputierten Pulpa kann jedoch das Weiterfunktionieren voll ausgebildeter Odontoblasten konstatiert werden. 4. Die Versuche belegen, daß die primären Odontoblasten am Leben bleiben und ihre spezifische Funktion nach vorübergehender Indisposition wieder voll erhalten können. 5. Sekundäre Odontoblasten entstehen aus den Bindegewebszellen und produzieren wohl gebautes Zahnbein. 6. Ein Weiterwachsen der nicht voll entwickelten Wurzeln findet in Situation 4 und 5 durch Zahnbeinzulagen statt. Dort, wo dies nicht der Fall ist, tritt eine Verlängerung durch zusätzliches Knochenwachstum ein. 7. Pulpagewebe bildet unabhängig vom Wurzelhautgewebe Pulpa-Knochen. 8. Vom Alveolarfundus aus entwickelt sich Knochen durch das Foramen weit in den Kanal hinein, auf der Grundlage des ortsansäßigen Gewebes, also unabhängig vom sogenannten „Einwachsenden Wurzelhautgewebe".

Ottesen und Häupl glauben, die osteoide Hartsubstanzbildung auf eine Umwandlung der embryonalen und noch differenzierungsfähigen Pulpazellen im Bindegewebe zurückführen zu können. Bei ihrer Amputation arbeiten sie unter Lokalanästhesie und bedecken die Pulpastümpfe mit einer „gewebsfreundlichen" antiseptischen Jodoformpaste.

Guido Fischer strebte, wie alle Verfechter der „biologischen Methode", eine Lebenderhaltung der Pulpastümpfe an. Um dieses Ziel auch erreichen zu können, lehnte er von vornherein auch das Arsen ab. Fischer wandte als erster die Novokaininjektion bei Amputation an, da er der Ansicht war, die Arsenapplikation ist dem Verzicht auf einen physiologischen Heilungsprozeß gleichzusetzen. Die Novokainanwendung wurde Gegenstand vieler Erörterungen und Diskussionen. Obwohl diejenigen, die für eine Devitalisation durch Arsen eintreten, genau wissen, daß dieses ein schweres Plasmagift darstellt, so werden von ihnen doch Gründe angeführt, die das Arsen vorteilhaft erscheinen lassen. Sie sehen die guten Eigenschaften in der bakteriziden Wirkung, in der Erhaltung eines sterilen Wurzel-

kanals und in einem leistungssteigerndem Einfluß auf die Zellen im periapikalen Gebiet.

Hutter und Chesine aber beweisen in einer groß angelegten Untersuchungsarbeit, daß das Arsen und die arsenige Säure zwar devitalisierend wirken, aber keine sterilisierenden, bakteriziden und antiseptischen Eigenschaften aufweisen. Die amputierten Pulpenstümpfe bedeckt Fischer mit Thymol, auf das Asbest und endlich Zement folgt. Er wollte die Pulpenstümpfe durch die chirurgische Wundbehandlung am Leben erhalten und eine Vernarbung des Gewebes erzielen, was auch Dependorf, wenn die Pulpa ihrer Anbautätigkeit von Dentin noch nachkommen kann, ebenfalls für erreichbar hält. Er nimmt seine „Pulpacavol-Paste", sieht jedoch selbst ein, daß „unter diesem Thymolverband die Wurzelstümpfe atrophieren und kein Gewinn für eine bessere Existenzfähigkeit des Zahnes erzielt werden kann". Ein Teil der Mißerfolge mag sicher auf die zu genaue Diagnosenstellung zurückzuführen sein, die Fischer bei seinen Arbeiten forderte. In seinen weiteren Arbeiten hat er Stellung zur Reaktionsfähigkeit der Pulpa von den verschiedensten Gesichtspunkten aus genommen. Biologisch verhält sich die Pulpa nicht immer gleich, da sie ein hochdifferenziertes Organ ist, das durch Allgemeinerkrankungen starken Schwankungen unterworfen ist. Die Störungen machen sich zunächst im Kapillarkreislauf und dem von ihm versorgten Gebiet bemerkbar. Dieses füllt die Odontoblastenzone aus, die das Dentin versorgt. Durch die enge Verbindung von Schmelz und Dentin und die Abhängigkeit des Dentins, das ja das Hauptstützgewebe des Zahnes ist, vom Körperstoffwechsel zeigt sich, daß sämtliche Gewebe des Zahnes vom Stoffwechsel selbst abhängig sind. Fischer hat bei seinen Versuchen nach einem Weg gesucht, die Ausheilung der Pulpa zu erreichen. Eine solche Ausheilung könne nur dann erfolgen, wenn ein Mittel zur Verfügung stehe, das die jeweils günstige Reaktion im Pulpengewebe hervorrufen könne. Dieses Ziel zu erreichen, ist vielleicht in neuester Zeit Münch gelungen, der diese Idee in jahrelanger Arbeit fortgesetzt und ausgebaut hat. Seine Arbeiten gehören wohl zu den wichtigsten und interessantesten, die in den letzten Jahren über Pulpenamputationen erschienen. Er geht von dem Gedanken aus, eine biologisch wirksame und einfache Amputationsmethode zu schaffen. Trotz

seiner erfolgreichen Untersuchungen in klinischer und histologischer Hinsicht betont M ü n c h selbst, daß auch seine Methode nicht die einzige oder vollkommene Lösung dieses Problems erbringt. Unter Hinweis auf die Veröffentlichungen F i s c h e r s über die Biologie der Pulpa geht er von ganz anderen Voraussetzungen bezüglich der Amputationsmethode im Gegensatz zu den bisher üblichen aus. Zunächst lehnt er die Devitalisation der Pulpa gänzlich ab mit folgenden Worten: „Wenn aber die Wurzelpulpa mit nekrotisiert wird, dann bleibt dieselbe immer, selbst wenn sie mumifiziert und antiseptisch versorgt wird, ein locus minoris resistentiae und kann früher oder später der Infektion mit allen ihren Folgen anheimfallen". M ü n c h weist darauf hin, daß die Devitalisationsmethode unter Anwendung von Arsen auf der irrigen Ansicht beruhe, die entzündete Pulpa unbedingt als ein verlorenes Organ anzusehen, daß aber trotzdem durch Arsenapplikation eine sterile Pulpa erhalten werden könne und durch Einwucherung periodontalen Gewebes gegebenenfalles die Möglichkeit einer, wenn auch meistens recht unvollkommenen Hartsubstanzbildung gegeben sein kann. M ü n c h macht sich also bald von R e b e l s früherem Grundsatz frei. Er sieht die Möglichkeit gegeben, die Pulpastümpfe lebendig zu erhalten, um sie durch Anregungsmittel zur Dentinbildung zu veranlassen. M ü n c h amputiert unter Lokalanästhesie. Als Auflage auf die Amputationswunde nimmt er ein kalk-vitaminreiches Präparat, um dadurch eine „automatische, harte Ausfüllung des Wurzelkanals und damit eine spontane Wurzelfüllung zu erreichen". Kalksalze haben vor M ü n c h schon mehrere Autoren angewandt, aber M ü n c h ist der Erste, der die Beigabe von Vitaminen vorschlug. S c h r ö d e r, E u l e r und O. W a l k h o f f haben sich schon früher dahin geäußert, daß Kalkgaben einen günstigen Einfluß auf die dentinbildenden Zellen ausüben, der noch durch Vitaminzusätze, die oft unseren Nahrungsstoffen fehlen, gesteigert wird. M ü n c h geht von der Tatsache aus, daß das Vitaminbedürfnis des Organismus außerordentlich groß ist und findet an Hand seiner Ergebnisse, daß durch verschiedene Dosierungen der Kalk-Vitaminpräparate die biologische Funktionstüchtigkeit der Pulpazellen sich ändert. Gleichzeitig ist aber auch ein Überangebot von Kalk für den Organismus wertlos, wenn die Vitamine fehlen. Er weist auf den engen Zusammenhang von Dentin-

bildung und Knochenbildung hin und findet dies in den Walkhoff' schen Tierexperimenten bestätigt, wonach bei Meerschweinchen, die C-vitaminlose Kost erhielten, die Osteoblasten zusammenschrumpften und die Odontoblasten gar nicht fähig waren, Dentin zu bilden und so der Degeneration preisgegeben waren. Umgekehrt wissen wir aber auch auf Grund der Untersuchungen von W a l k h o f f, daß bei Veränderung der Nahrung durch Zusätze von Vitaminen die Odontoblasten in ihrer Funktion so angeregt werden, daß sie weit mehr als sonst Dentin bilden. M ü n c h hat diese Ergebnisse durch eigene Untersuchungen voll bestätigt gefunden. Seine Absicht war es, durch direkte Applikation der Vitamin-Kalkpräparate auf die Pulpa noch günstigere Erfolge zu erzielen. Natürlich war es Voraussetzung, daß wenigstens ein Teil der Pulpa noch am Leben ist und daß auch hier wieder die Vermeidung jeglicher Ätzmittel und der Infektion besonders betont werden muß. Auf seine Ergebnisse hin fügte er der kalkhaltigen Paste vitaminhaltige Substanzen bei. Die Vitamine sollen die Tätigkeit der Kalk transportierenden und Kalk liefernden Gewebselemente der Pulpa anregen. Um den Umbau der Kalksalze noch zu fördern, nimmt er keine körperfremden Bestandteile. Seine Paste — Pulpatekt — besteht aus körpereigenen Vitaminen und Kalksalzen, wie sie zum Aufbau von Knochen und Knochenmark benötigt werden. Nach M ü n c h s Angaben enthält Pulpatekt neben „Vitaminen und anorganischen Bestandteilen organische Kalksalze, die aus feinstem pulverisierten und sterilisierten Knochen und Knochenmark von Kälberembryonen hergestellt sind". Bei der Zusammenstellung der Paste ließ M ü n c h sich von dem Gedanken leiten, daß die biologische Funktion des vitalen Pulparestes durch stark aseptisch wirkende Medikamente erheblich gefährdet wird und durch Anbieten von Kalk die Alkalescenz des Pulpengewebes wieder hergestellt und durch Vitamine die Vitalität erhöht wird. Die überaus reiche Entstehung von Hartgewebe erklärt sich M ü n c h durch die Aufnahme der Kalksalze aus dem Präparat, das Weiterleiten und schließlich, daß die Salze noch verarbeitet werden. Zusammenfassend sagt M ü n c h über die Wirkung seiner Paste: „Die sekundäre Dentinbildung tritt in der Weise ein, daß die Odontoblasten bis zu ihrem völligen Verbrauch in verhältnismäßig kurzer Zeit den Wurzelkanal mit sekundärem Dentin abschließen. Die Pulpazellen werden

nach dem Erliegen der primären Odontoblasten mit zur Dentinbildung herangezogen, indem sie sich zu zahnbeinbildenden Zellen umwandeln und so die Tätigkeit ihrer Vorgänger fortsetzen (metaplastisches Dentin). Dies tritt besonders in der Kronenpulpa in Erscheinung, wenn noch Reste des Pulpagewebes dort zurückbleiben. Die passive Verkalkung des gesamten Wurzelpulpengewebes kann das histologische Bild in Form von Kalkausscheidungen verschiedenster Art beherrschen, die den Ausgangspunkt für die Verkalkung der Restpulpa darstellen". Gerade dieser letzte Punkt erweitert die Indikationsstellung. Es ist bekannt, daß chronisch erkrankte Gewebe häufig der kalkigen Degeneration unterliegen. Genau so verhält es sich mit der Pulpa. Durch Applikation der Kalkvitaminpaste erreichen wir eine passive Verkalkung, da die in der chronisch erkrankten Pulpa zahlreich vertretenen Gefäße besonders für die Kalkaufnahme und somit für dessen Weiterverarbeitung geeignet sind. Die Indikation ist nach M ü n c h gegeben: „In allen Fällen, bei denen die Wurzelpulpa vital ist, also bei akuter partieller Pulpitis, naturgemäß bei operativ freigelegten gesunden Pulpen, sowie bei chronischer Pulpitis (vor allem bei jugendlichen Zähnen) und bei gesunden Zähnen, die aus irgend einem Grund devitalisiert werden sollen". In vielen Fällen kann die Amputation aber nicht zur Anwendung gelangen. M ü n c h tritt dafür ein, daß man in solchen Fällen, wo es sich um eine Pulpitis acuta totalis oder purulenta handelt, zu antiseptischen Mitteln greifen soll, die aber so schwach sind, daß die Wurzelhaut nicht geschädigt wird. Ebenso will er nach Exstirpation, auf deren Schwierigkeit — durch anatomische Verhältnisse bedingt — ich schon früher hingewiesen habe, durch eine kalkhaltige Wurzelfüllung das restliche organische Gewebe zur passiven Verkalkung führen.

R ü b e l prüfte die Wirkung der M ü n c h'schen Vitaminpaste an noch im Wachstum begriffenen Zähnen nach und kam zur Feststellung, daß bei noch nicht fertig gebildeten Zähnen, die ansprechenden Erfolge des Pulpatekt besonders dadurch bedingt waren, daß die Pulpazellen, die gewissermaßen embryonalen Charakter tragen, weit mehr durch die Zufuhr von Kochsalzen und Vitaminen zur metaplastischen Dentinbildung angeregt wurden. Der Wurzelkanal erhalte seine normale anatomische Form, und durch die Verkalkung

des Wurzelkanals werde die gewünschte biologische Wurzelfüllung erreicht.

Schwär stellte an Tierversuchen die Angaben Münchs unter Beweis. Als Versuchstier nahm er einen Hund, bei dem er zunächst die Pulpen der beiden linken unteren Molaren anschnitt. Bei den beiden oberen Eckzähnen und den drei unteren rechten Molaren entfernt er die Kronenpulpa. Vorsichtig wird nun auf die Pulpawunden die Vitaminpaste gebracht und die Zähne mit einer Zementfüllung verschlossen. Nach 6 Wochen wurde das Tier getötet. Seine Schnitte bestätigten die histologischen Resultate, die an menschlichen Zähnen erzielt wurden. Er fand stark verkalkte Pulpen, was auch schon makroskopisch zu sehen war, da die verkalkten Teile heller waren als das Dentin. Häufig war überhaupt von der Pulpa nichts mehr übrig. Die Kanäle waren völlig mit sekundärem Dentin ausgefüllt; dies wurde noch durch metaplastische Zahnbeinbildung gefördert. An den Zähnen, deren Pulpen nur angeschnitten waren, war dies noch nicht soweit geschehen. Jedenfalls konnte normales Pulpengewebe in keinem Fall festgestellt werden. Schwär hält Pulpatekt für das geeignete Mittel, eine biologische Wurzelfüllung zu erreichen, die durch amorphe Verkalkung des Pulpagewebes und durch Bildung von metaplastischem Dentin eintritt.

Ebenso hat Grötschel sich mit der Zuverlässigkeit von Pulpatekt bei der „Pulpa- und Wurzelbehandlung an bleibenden Zähnen mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum“ näher befaßt. In seiner Zusammenfassung betont Grötschel: „Die Exstirpation der Pulpa ist bei jugendlichen Zähnen in den meisten Fällen, bei Zähnen mit abgeschlossenem Wachstum wohl immer als eine mehr oder minder hohe bezw. tiefe Amputation aufzufassen. Sie soll möglichst in lokaler oder Leitungsanästhesie vorgenommen werden, um die Vitalität der Restpulpa nicht zu schädigen“. Er wendet die Amputation „bei allen entzündlichen Erkrankungen mit Ausnahme der Pulpitis acuta totalis und purelenta an. Durch die Amputation wird vermieden, daß durch Entfernung des embryonalen Wurzelbildungsorgans oder durch eine andere akzidentelle Schädigung des periapikalen Gewebes das Wurzelwachstum zum Stehen kommt“. Nach Grötschel kann die Wurzelbildung dadurch zustande kommen, daß beim Vorhandensein eines „vitalen Pulpenstumpfes oder

Pulpenrestes die funktionstüchtigen Odontoblasten über das apikale Ende hinaus Dentin bilden und zusammen mit dem vom Periodontium gebildeten Zement das Wachstum vollenden. Die primäre Dentinwand wird durch sekundäre Dentinbildung eingeengt oder völlig obliteriert, wozu hoch oder niedrig organisierte Dentikel und amorphe Verkalkungen viel beitragen. Falls die Restpulpa und die Odontoblasten durch Schädigung nicht mehr Dentin bilden können, wird durch einwucherndes periodontales Gewebe vor allem am apikalen Ende der Wurzel sekundäres inneres Zement abgelagert und die Wurzelfüllung dadurch zum Abschluß gebracht und der Kanal obliteriert. Durch Behandlung der vitalen Restpulpa mit Kalksalzen und Vitaminen werde der wachsende Zahn in seiner Weiterentwicklung günstig beeinflußt".

Bei meinen durchgeführten Pulpenamputationen verwandte ich Pulpatekt nach M ü n c h und hielt mich an die von ihm angegebenen Richtlinien. M ü n c h fordert als „Vorbereitung zu dem Eingriff die Lokalanästhesie. Im Unterkiefer Leitungsanästhesie am Foramen mandibulare (mentale), im Bereich der Frontzähne lokale Injektion in der Gegend der Umschlagsfalte beiderseits der Mittellinie. Im Oberkiefer Tuberanästhesie (auch pallatinal), im Gebiet der Frontzähne und Prämolaren Injektion am Plexus dentalis superior anterior (posterior) und Foramen incisivum, für Frontzähne wiederum Einstich beiderseits der Mittellinie. Als Lokalanästhetikum verwenden wir 4%iges Mucain (M e r z). Cofferdamanlage, soweit wie es möglich ist. Andererseits kann vielfach Speichelzieher in Verbindung mit Papierrollen den Spanngummi ersetzen. Sterile Bohrer, sterile Instrumente und Tupfer liegen bereit. Der zu behandelnde Zahn wird mit Alkohol abgewaschen und mit Heißluft getrocknet. Jodanstrich der Umgebung des Zahnes. Restlose Entfernung des kariösen Zahnbeins, möglichst ohne die Pulpa dabei zu eröffnen. Erneutes Auswaschen mit Alkohol, Trocknen mit Heißluft und Jodanstrich. Eröffnung der Pulpa (neue sterile Bohrer), Ausbohren der gesamten Kronenpulpa mit Rosenbohrern mittlerer Größe, wenn möglich bis in die Kanaleingänge. Etwaige Blutungen werden mit H_2O_2 und kleinen sterilen Tupfern gestillt. Auflage einer kleinen Portion Pulpatekt auf die Amputationsstümpfe. Leichtes Andrücken der aufgelegten Paste mit Hilfe von sterilen Tupfern. Verschluß des Pulpenvacums mit

Phosphatzement. Das Zement wird glaserkittartig angerührt und nur an den Seitenwänden des Pulpencavums fixiert, ohne Druck auf die Amputationswunde auszuüben. Soll nach dem Erhärten des Zementes die Deckfüllung (Amalgam) direkt angeschlossen werden, so ist es zweckmäßig, den betreffenden Zahn etwas außer Artikulation zu setzen. Anderseits kann bei Reaktionslosigkeit nach 4 bis 5 Tagen die definitive Füllung angefertigt werden. Die von Zeit zu Zeit durchzuführende Kontrolle amputierter Zähne erscheint zweckmäßig".

Die Amputation nahm ich an 7 vollkommen gesunden Zähnen vor und zwar standen mir 4 Dreieckstellungen, 2 Weisheitszähne und 1 Milchzahn zur Verfügung. Die Zeit zwischen Amputation und Zahnentfernung schwankt von 3 bis 8 Monaten. Während dieser Dauer standen die Patienten unter ständiger Kontrolle. Zu Beginn der Behandlung und vor Entfernung der Zähne fertigte ich Röntgenaufnahmen an, die nach der jeweiligen Frist keinerlei pathologische Veränderung am Apex zeigten. Die Patienten selbst hatten keinerlei Beschwerden. Leider war es mir nur möglich, von den 7 amputierten Zähnen 4 zu entfernen, da sich die übrigen Patienten auf den Standpunkt stellten, „sich nicht einen gesunden Zahn ziehen zu lassen", was anderseits auch wieder zeigt, daß der Eingriff — die Amputation — auch klinisch den gewünschten Erfolg hat. Bei den durchbehandelten Fällen handelt es sich gerade um jugendliche Pulpen, die die eintretenden Kalkeinlagerungen aufweisen. Im Gegensatz hierzu wird eine senile Pulpa nicht zu einer derartigen aktiven Arbeit heranzuziehen sein. Abgesehen von der Schwierigkeit der Diagnosestellung, der Unmöglichkeit, im Mund steril zu arbeiten, spielt die Konstitution des Patienten oft eine große Rolle.

Fall 1.

Patient J. Sch. 25 Jhr. mittlerer Körperbau, Zähne gepflegt. 2. Prämolar rechts unten linguale Dreieckstellung. Sehr stark nach lingual gekippt. Zahn völlig schmerzlos. Keinerlei kariöse Stellen. Amputation unter Leitungsanästhesie. Nach der Amputation Zahn 4 Tage klopfempfindlich. Später keine Beschwerden. Nach 4 Monaten Zahn entfernt.

Fall 2.

Patient R. D. 18 Jhr. starker Körperbau, Allgemeinbefinden gut. Gebiß gepflegt. Dreieckstellung: 2. Prämolar lks. unten; nach lingual durchgebrochen. Zahn völlig gesund. Pulpa unter Leitungsanästhesie amputiert. Nach 3½ Monaten Zahn entfernt. Die ganze Zeit Zahn reaktionslos.

Fall 3.

Patient A. Th. 16 Jhr. kräftige Konstitution. Sehr tiefer Biß. Buccale Dreieckstellung 1. Prämolar re. unten. Zahn vollkommen gesund. Amputation unter Leitungsanästhesie. Zahn nach 3 Monaten entfernt. Keinerlei Beschwerden gehabt.

Fall 4.

Patient V. O. 25 Jhr. Kräftig, normales Gebiß, gut gepflegt. Rechter oberer Weisheitszahn. Amputation unter Tuberanästhesie. Zahn nach 7 Monaten entfernt. Die ganze Zeit schmerzlos.

Fall 5.

Patient Sch. E. 10 Jhr., schwächlich gebaut. Überbiß. Schlecht gepflegte Zähne $\lfloor \overline{\text{III}}$: Dreieckstellung re. unten. Amputiert unter Lokalanästhesie. 2 Monate beobachtet. Keinerlei Schmerzen. Zur Entfernung nicht erschienen.

Fall 6.

Patient S. R. 24 Jhr. Stark gebaut, Allgemeinbefinden gut. Re. unterer Weisheitszahn, vollkommen gesund. Amputation unter Leitungsanästhesie. 2½ Monate unter Kontrolle: schmerzfrei, zur Entfernung nicht gekommen.

Fall 7.

Patient O. T. 19 Jhr. Kräftiger Körperbau, gesunde Zähne, normaler Biß. Linker unterer Prämolar als Dreieckstellung nach lingual durchgebrochen. Zahn ganz gesund, amputiert unter Leitungsanästhesie. Zahn nach dem Eingriff total reaktionslos. Patient leider nur 1½ Monate beobachtet.

Histologische Zusammenfassung.

Die Zahnschnitte wurden mit Formalin, Salpetersäure, Lithiumsulfat, Benzol und Paraffin vorbehandelt und anschließend mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt.

In der Übersichtsaufnahme (Bild 1 und 4) finden wir Verkalkungsherde im koronalen Teil mit zelligen Einschlüssen. Apikalwärts und zwar im zentralen Teil der Pulpa sieht man Pulpaknochen, der auf metaplastischem Weg entstanden ist. Abbildung 2 zeigt uns einen Ausschnitt in der Nähe der Amputationsstelle, die eindeutig die Bildung von Pulpaknochen erkennen läßt. Die sehr starke Vergrößerung (Abb. 3) gibt den Übergang von Bindegewebe in Knochen wieder, ebenso bringt sie eine sehr starke Vergrößerung des Pulpaknochens.

Die regenerativen Fähigkeiten der Pulpa sind aus den angeführten Untersuchungsergebnissen sehr groß. Der vitalen Restpulpa werden kalkhaltige und vitaminreiche Substanzen angeboten, die der Pulpa ihren natürlichen basischen Charakter zurückgeben und somit den Bakterien den Nährboden entziehen, während doch vorher bei Entzündung die Pulpa eine Überäußerung erfuhr. Das vitale Pulpagewebe wird durch den Zuschuß von biologischen Bestandteilen — Kalksalze und Vitamine — angeregt zur Bildung von dentinoidem Gewebe aus dem Pulpengewebe heraus.

Am Schluß meiner Arbeit sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Dr. Josef Münch für die freundliche Überlassung des Themas und der mir gewährten Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Abb. 1.

Abb. 2.

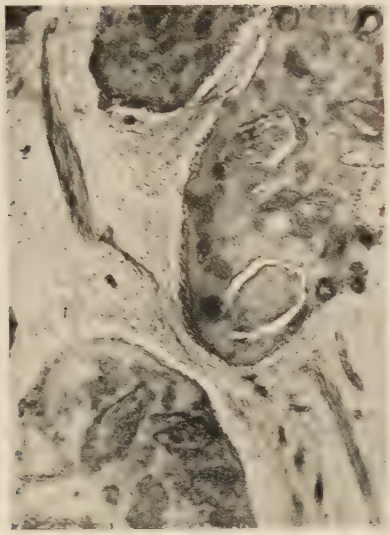

Abb. 3.

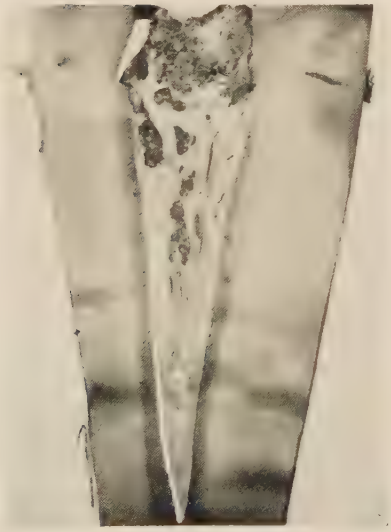

Abb. 4.

Literatur.

Adloff: Zukünftige Behandlungswege der Pulpitis. D. M. f. Z. 1923.

— Über die Grenzen der Zahnerhaltung. Z. R. 1932.

— Über die Amputation der Zahnpulpa. D. Z. W. 1933.

Boennecken: Über Pulpaamputation. D. Z. i. V. 1910.

Dependorf: Die Wurzelbehandlung bei erkrankter Pulpa und erkranktem periapikalen Gewebe. Ergebn. d. ges. Zhkde. 1911/12.

Euler: Zur Biologie der Pulpa unter dem Gesichtspunkt der Pulpenamputation. Z. f. Stom. 1933, Nr. 9.

Feldmann: Neue Wege in der Therapie von Zähnen mit entzündeter Pulpa. V. f. Z. 1932.

Fisch: Spätresultate der Pulpaamputation. Schw. M. f. Z. 1932.

Fischer, G.: Biologische Grundlagen der Wurzelbehandlung. Z. f. Stom. 1932, Nr. 15.

— Der heutige Stand der Wurzelbehandlung mit Rücksicht auf die feinere Anatomie menschl. Wurzelkanäle, insbesondere am Foramen apicale. D. M. f. Z. 1912.

— Zur Amputation der Zahnpulpa. D. Z. W. 1933. Nr. 20.

Flohr: Ein Beitrag zur Diathermiebehandlung. Z. R. 1930, Nr. 48.

Greth: Diagnostik der Pulpaerkrankungen im Lichte neuerer vergleichender klinischer und histolog.-anatom. Untersuchungen. Samml. Meusser, Berlin, 1933.

Gröschel: Pulpa- und Wurzelbehandlung an bleibenden Zähnen vor Abschluß des Wurzelwachstums. Samml. Meusser, Berlin, 1937.

Gysi: Über Töten und Mumifizieren der Pulpa. Z. R. 1933.

Heinemann: Theorie und Praxis der Wurzelbehandlung. Z. R. 1924.

Hellner: Pathologisch-histologisch- und röntgenologische Untersuchungen über Pulpaamputation. Z. R. Stom. 1930.

Hermann: Dentinobliteration der Wurzelkanäle nach Behandlung mit Calcium. Z. R. 1930.

— Die biologische Wurzelbehandlung. Z. R. 1935.

Heß: Pulpaamputation als Wurzelbehandlungsmethode. D. M. f. Z. 1931.

Kronfeld: Kasuistische Mitteilungen zur Pulpaamputation. Z. R. 1927.

Lutz: Histolog. und bakteriolog. Untersuchungen über die Wirkg. der Triopasta bei der Pulpaamputation. Schw. M. f. Z. 1923.

Meyer, S.: Die Pulpaamputation, eine bakteriolog.-histolog. und pathologische Studie. Schw. V. f. Z. 1919.

Müller, O.: Histologische und bakteriologische Befunde nach Pulpaamputation. Sch. V. f. Z. 1920.

— Über Pulpaamputation. Z. f. Stom. 1935.

Münch, J.: Über eine neue Behandlungsmethode partiell erkrankter Pulpen. Z. R. 1931.

— Neuere Erfahrungen und Richtlinien für die Pulpaamputation und die Wurzelfüllung. Schw. M. f. Z. 1931.

— Klinik der konservierenden Zahnheilkunde, 1931.

— Die Pulpaamputation, zugleich eine biologische Wurzelfüllung. Z. R. 1932.

— Über die biologischen Vorgänge in amputierten Zähnen. Z. f. Stom. 1932.

— Vitalkonservierung der Pulpa. Z. R. 1934.

— Über die Vorgänge bei der Kalkeinlagerung in die Pulpa. Z. R. 1932.

— Das Pulpa- und Wurzelbehandlungsproblem im Lichte neuerer Forschungen. D. Z. W. 1933.

— Pulpatekt zur Pulpaamputation und Wurzelfüllung. D. Z. W. 1934.

— Die Pulpaamputation bei chron. Pulpitis, zugleich ein Beitrag zur Frage der Metaplasie der Pulpa. Z. R. 1935.

— Pulpa- und Wurzelbehandlung, Verlag Meusser, Lpzg. 1937.

Neuwirth: Die reparativen Fähigkeiten der Pulpa. Z. f. Stom. 1933.

Preiswerk: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, 1912.

Rebel: Beiträge zur Pulpaamputation. V. f. Z. 1932.

Rübel: Über Wurzelbehandlung jugendlicher Zähne mit unvollendetem Wurzelwachstum. D. Z. W. 1934.

Schwär: Tierexperiment. Nachprüfg. über d. Pulpaamputation unter Verwendg. d. Kalk-Vitaminpasta nach Münch. D. Z. W. 1933.

Schweizer: Klin. u. histol. Untersuchg. über die Einwirkg. von Zementen auf die Pulpa bei der Überkronung der Zähne. Schw. M. f. Z. 1925.

Stitzel: Experiment. u. histol. Untersuchg. zur Frage der Totalexstirp. d. Pulpa m. bes. Berüchsichtg. d. Verhaltens d. periap. Gewebe zum Wurzelkanalinhalt. V. f. Z. 1922.

Wirz: Histol. Untersuchg. über eine modifizierte Amputationsmethode und Pulpektomie nach Dawis an den Frontzähnen. Schw. M. f. Z. 1928.

Witzel: Die antisept. Behandlg. d. Pulpakrankheiten des Zahnes. 1879.

— Die moderne Behandlung pulpakranker Zähne. Z. W. 1898.

Walkhoff: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, Berlin 1922.

Lebenslauf.

Am 20. November 1913 wurde ich als Sohn des Justizoberinspektors Max Neumann und seiner Ehefrau Margarete, geb Nickisch, in Glatz geboren. Nach Besuch der Volksschule trat ich 1924 in das Gymnasium in Glatz ein. Im März 1934 legte ich an derselben Anstalt die Reifeprüfung ab, ging anschließend von April bis November in den Arbeitsdienst. Mit dem S. S. 1935 begann ich mein zahnärztliches Studium an der Universität Königsberg. Seit dem Wintersemester 1935/36 bin ich in Würzburg immatrikuliert, wo ich am Ende des Sommersemesters 1936 das Physikum, im Dezember 1938 das zahnärztliche Staatsexamen bestand.

Würzburg im Februar 1939.

Ehrenwörtliche Erklärung.

Hiermit versichere ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und keinerlei unerlaubte Hilfsmittel dazu benutzt habe.

Würzburg im Februar 1939.

Hubert Neumann.